

AN: PAT 2001-452579

TI: Semiconductor relay for controlling electrical load has control unit receiving signals from sensor circuits detecting power switch control current or control voltage and clamp voltage across power switch

PN: DE19956445-A1

PD: 19.07.2001

AB: NOVELTY - The semiconductor relay has a control input (1,13), a power switch (6,7), at least one sensor circuit (4) detecting the control current or control voltage for the power switch and a sensor circuit (5) detecting the clamp voltage across the switch contacts of the power switch. The information provided by the sensor circuits is fed to a control unit (2) for the power switch, e.g. a plug-in or programmable control unit, which also receives the control input signal.; USE - The semiconductor relay is used for contactless switching of an electrical load. ADVANTAGE - The relay circuit incorporates monitoring of the load voltage. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a principle circuit diagram of a semiconductor relay with 2 anti-parallel thyristors. Control input 1,13 Control unit 2 Control current or control voltage sensor circuit 4 Clamp voltage sensor circuit 5 Power switch 6,7

PA: (LEBE/) LEBER D;

IN: LEBER D;

FA: DE19956445-A1 19.07.2001; DE19956445-C2 18.10.2001;

CO: DE;

IC: H03K-017/968;

MC: U21-B01D; U21-B05C;

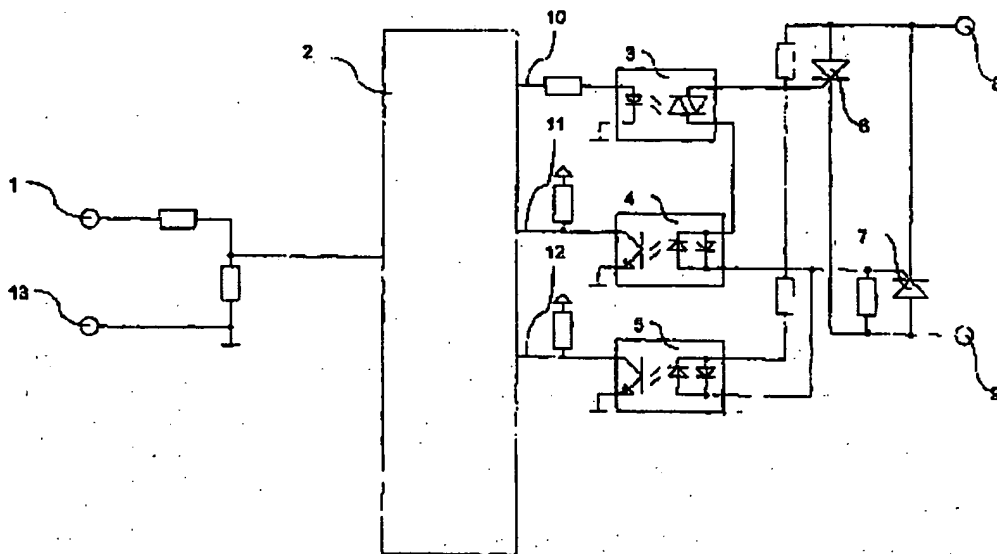
DC: U21;

FN: 2001452579.gif

PR: DE1056445 24.11.1999;

FP: 19.07.2001

UP: 22.10.2001





⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 199 56 445 C 2

⑥ Int. Cl. 7:  
H 03 K 17/968

⑳ Aktenzeichen: 199 56 445.0-42  
㉑ Anmeldetag: 24. 11. 1999  
㉒ Offenlegungstag: 19. 7. 2001  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 18. 10. 2001

DE 199 56 445 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦ Patentinhaber:  
Leber, Dieter, 91207 Lauf, DE

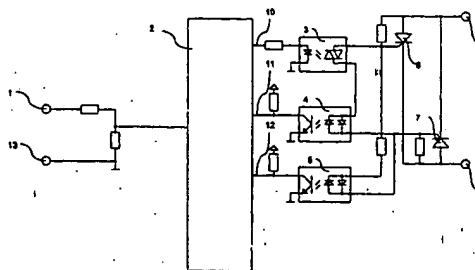
⑦ Erfinder:  
gleich Patentinhaber

⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 196 06 488 A1  
EP 06 08 477 B1

④ Halbleiterrelais zum spezifischen Steuern von elektrischen Verbrauchern

- ⑤ Halbleiterrelais zum kontaktlosen Schalten von elektrischen Wechselstromverbrauchern, mit
- einem Leistungsschalter,
  - einem Steuereingang,
  - eine den Leistungsschalter treibenden Steuerstrom oder die Steuerspannung erfassende Fühlerschaltung,
  - eine die an den Schaltkontakten des Leistungsschalter anstehende Klemmenspannung erfassende weitere Fühlerschaltung,
- wobei
- die Informationen der Fühlerschaltungen auf eine Steuereinheit geführt werden,
  - die Fühlerschaltungen galvanisch trennend ausgeführt sind,
  - der Steuereingang ebenfalls auf die Steuereinheit geführt wird,
  - die Steuereinheit die Informationen der Fühlerschaltungen und des Steuereinganges verarbeitet und somit nicht nur EIN/AUS-Schaltungen, sondern beliebige funktionelle Schalt-Eigenschaften realisierbar sind und
  - der Leistungsschalter von dieser Steuereinheit geschaltet wird.



DE 199 56 445 C 2

## Beschreibung

[0001] Ein kontaktloses Halbleiterrelais hat als schaltendes Element keine mechanisch bewegten Kontakte, sondern es schaltet die Leistung typischerweise mit einem elektronischen Leistungsschalter wie z. B. mit Triac, antiparallelen Thyristoren, Schalttransistor, Leistungs-MOS-FET, IGBT etc..

[0002] Der elektronische Leistungsschalter wird meist durch einen sehr geringen Steuerstrom oder Steuerspannung angesteuert. Typischerweise ist die Ansteuerung vom Leistungsteil galvanisch isoliert aufgebaut.

[0003] Kontaktlose Halbleiterrelais werden aufgrund ihrer Verschleißfreiheit und hohen Zuverlässigkeit unter anderem auch in der Industrielektronik eingesetzt. Die verschiedenen Hersteller bieten Halbleiterrelais vorwiegend entweder Nullpunktschaltend oder Momentanschaltend an.

[0004] Diese unterschiedlichen Einschalteneigenschaften werden durch unterschiedliche interne Elektronik erreicht.

[0005] Typischerweise sind alle internen Bauelemente eines solchen Halbleiterrelais vergossen oder mindestens hermetisch dicht verpackt, so dass nur die vier Anschlussklemmen 1, 13, 8, 9 des Halbleiterrelais zugänglich sind.

[0006] Des Weiteren sind Halbleiterrelais bekannt, die mit einer Funktionsüberwachung ausgerüstet sind oder nachgerüstet werden können und im Fehlerfall eine Störung melden und/oder anzeigen, wie z. B.:

Fa. Systemtechnik LEBER, GSM1109

Fa. Carlo Gavazzi, RA 4090 H 1 ONOS

[0007] Die Nachteile der bekannten Halbleiterrelais sind:

- Für jedes der verschiedenen Schalteigenschaften muss eine individuelle interne Elektronik entwickelt, gefertigt, hermetisch verschlossen, geprüft und auf Lager gehalten werden. Aufgrund der verschiedenen Schalteigenschaften und der verschiedenen elektrischen Parameter wie z. B. Lastspannung und Laststrom, nimmt die Varianz der unterschiedlich zu fertigenden und auf Lager zu haltenden Typen binomisch zu.

- Von den Anwendern werden weitere Schalteigenschaften gewünscht, wie z. B. Phasenanschnitt, Phasenabschnitt, Pulspaketsteuerung, Sanftanlauf, Einschalten bei fest definiertem Phasenwinkel, Öffner anstatt Schliesser etc..

- Für diese weiteren zusätzlichen Eigenschaften müssen entweder neue zusätzliche interne Elektronik oder separate Zusatzbaugruppen entwickelt werden. Dies führt zu einer weiteren Zunahme der Varianten und ist sehr kostenintensiv.

- Alle neu entwickelten Varianten müssen erneut alle erforderlichen Tests, Prüfungen, Abnahmen etc. durchlaufen, ehe sie auf den Markt gebracht werden können.

- Die Halbleiterrelais nach dem Stand der Technik (DE 43 00 620 C1, EP 608477 B1) verfügen lediglich über eine Überwachungsfunktion, weil dort keine Steuereinheiten vorgesehen sind, denen sowohl die Signale von Steuereingang als auch der Fühlerschaltungen zugeführt sind und der Leistungsschalter ausschliesslich von der Steuereinheit schaltbar ist.

[0008] Der im Anspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Halbleiterrelais derart zu gestalten, dass es:

- nicht mehr nur einfach entsprechend dem Steuereingang EIN oder AUS schaltet, sondern für spezifische

Aufgaben optimiert werden kann,

- neue, für Relais bzw. Halbleiterrelais völlig ungewöhnliche Funktionen ausführen kann, für die bisher zusätzliche aufwendige Steuergeräte installiert werden mussten,

- über eine Steuereinheit verfügt, welche diese spezifische Aufgabe ausführt. Die restliche Elektronik besteht nur noch aus Signalaufbereitung und kann daher immer gleich und universell ausgelegt werden, was die Typenvielfalt erheblich reduziert.

- über eine Steuereinheit verfügt, die zu jeder beliebigen Zeit 'eingesteckt' oder als Software eingespielt werden kann.

- die Steuereinheit keine zentrale Rolle mehr spielt bei den üblichen Tests und Prüfungen (z. B. EN60950 oder EN 60947-1). Zentraler Punkt einer solchen Prüfung ist die sichere galvanische Trennung zwischen Steuer- und Lastkreis und somit sicherer Schutz von Personen und anderen Anlagenteilen vor gefährlicher Spannung. Die Steuereinheit soll ein Teil der Niederspannungsseite sein. Nachdem die Prüfungen einmalig bestanden sind und sich die Elektronik nicht mehr ändert, sind auch keine weiteren Prüfungen ausser den sowieso fälligen laufenden Fertigungskontrollen mehr notwendig. Somit sind zukünftige neue Relais erheblich einfacher und schneller für die Kunden verfügbar.

[0009] Diese Aufgabe wird mit den im Anspruch 1 aufgeführten Merkmalen gelöst:

[0010] Die interne Elektronik ist universell aufgebaut. Sie bereitet alle wichtigen Informationen auf, die in einem Halbleiterrelais zu beobachten sind und bietet sie der Steuereinheit an. Zeichnung 1 beschreibt eine mögliche universelle Elektronik in der Ausführung mit antiparallelen Thyristoren.

[0011] Die Steuereinheit wird zu einem späteren Zeitpunkt als bei seiner Fertigung zugefügt. Dies kann neben vielen anderen vorstellbaren Möglichkeiten entweder durch einen steckbaren Baustein erfolgen, welcher kurz vor seiner Auslieferung gesteckt wird oder durch Programmieren eines internen Bausteins.

[0012] Der steckbare Baustein kann z. B. ein programmierbarer Chip sein, in der Form z. B. eines einmal programmierbaren OTP-Controllers (One Time Programmable), eines mehrfach programmierbaren FLASH Controller oder einer Hybridschaltung.

[0013] Bei der intern programmierbaren Variante würde der Code zweckmässigerweise über eine serielle Leitung in die Steuereinheit eingespielt werden. Dazu sind in der Elektronik viele verschiedene Verfahren bekannt bzw. von den Herstellern solcher Bauteile empfohlen. In einer besonders vorteilhaften Ausführung wäre die serielle Leitung galvanisch getrennt und über optischer, elektrischer oder magnetischer Energie gekoppelt, mit dem Vorteil, dass die Programmierung kontaktlos erfolgen kann.

[0014] Die gewünschten funktionellen Eigenschaften des Relais werden nur noch durch die Steuereinheit bestimmt. Von den neuen Funktionen, die mit einer solchen Anordnung erfüllt werden können, seien hier zwei näher erläutert:

## Nullpunktschaltung

[0015] Seit langem wird von der Industrie gefordert, dass ein Halbleiterrelais im Nullpunkt schalten soll. Dies führt zu oberwellenarmen Lastströmen, wie sie in den einschlägigen Normen (z. B. EN 60555, EN61000-3-2, EN61000-3-3) vorgeschrieben werden. Das Nullpunktschalten wird in den herkömmlichen Halbleiterrelais dadurch erledigt, dass ein

optoisolierter, nullpunkterkennender Zünd-Triac als Treiber für den Leistungsschalter eingesetzt wird (z. B. SIEMENS Optotriac IL410). Ein solcher Baustein überwacht die Klemmenspannung an seinen Schaltkontakten und hat ein Nullpunktfenster, je nach Lastspannung und Fabrikat von bis zu 50 V, in welchem er zündet. Liegt die Lastspannung zum Zeitpunkt des Einschaltens ausserhalb des Fensters, verzögert er das Einschalten des Leistungsschalters so lange, bis die Lastspannung wieder in das Nullpunktfenster kommt. Sobald das Nullpunktfenster erreicht ist, schaltet der Zünd-Triac dann ein. Dies hat zur Folge, dass der Einschaltzeitpunkt in den meisten Fällen immer an der äussersten Grenze des Nullpunktfensters liegt. Nur in seltenen Fällen fallen der Einschaltzeitpunkt mit dem Nullpunkt zusammen. Der durch das unscharfe Nullpunktschalten entstehende disharmonische Laststrom wird um so grösser, je schneller das Relais geschaltet wird. Bei Pulsweitensteuerung, wie sie sehr oft zur Leistungssteuerung eingesetzt wird, führt dies in aller Regel zu einem unzulässig hohen Oberwellenanteil des Stromes. Mit der erfindungsgemässen Anordnung lässt sich die Lastspannung beobachten. In der in Bild 1 gezeigten Ausführung wird der Nullpunkt der Spannung dadurch angezeigt, dass das Signal 12 der Fühlerschaltung 5 kurz vor dem Nulldurchgang von LOW nach HIGH und kurz nach dem Nulldurchgang wieder von HIGH nach LOW wechselt. Der eigentliche Nulldurchgang liegt genau in der Mitte und kann durch Beobachten des Spannungsverlaufes oder der Zeit zwischen Anstieg und Abfall beliebig exakt ermittelt werden.

#### Pulspaketsteuerung

[0016] Seit langem werden von der Industrie neben der oben erwähnten Pulsweitensteuerung auch die Pulspaketsteuerung eingesetzt. Dies hat den Vorteil, dass die Halbwellen, die für die Erzielung des Stellwertes benötigt werden, gleichmässig verteilt sind. Sinnvollerweise werden bei der Pulspaketsteuerung nur ganze Doppelhalbwellen geschaltet, damit sich kein Gleichstromanteil einstellen kann. Bei 50% Stellwert z. B. wird jede zweite Doppelhalbwelle durchgeschaltet. Bei 80% Stellwert werden 4 Doppelhalbwellen durchgeschaltet und dann eine Doppelhalbwelle gesperrt. Mit einem handelsüblichen Halbleiterrelais nach Zeichnung 2 ist eine Pulspaketsteuerung nicht durchführbar, weil jegliche Synchronisation mit dem Netz fehlt. Bei 50% Stellwert z. B. entstehen immer Interferenzen zwischen der Ansteuerung und der Netzfrequenz, insbesondere dann, wenn die Netzfrequenz nicht starr ist, sondern gewissen Schwankungen unterliegt wie z. B. bei Generatorbetrieb. Die Folge wären riesige Gleichströme, welche die Speisung überlasten oder zum Sicherungsfall führen würden. Bei der Betrachtung der Pulsfolgen einer Pulspaketsteuerung ist zu erkennen, dass bei Stellwerten ab 50% die Anzahl von zusammenhängenden Doppelhalbwellen immer mehr zunehmen. Neben dem Extrem von 100%, was einem DAUER-EIN entspricht, stellen alle hohen Stellwerte eine besondere Herausforderung an die Steuereinheit dar. Bei z. B. 99% Stellwert hat die Steuereinheit die Aufgabe, 99 Doppelhalbwellen durchzuschalten und eine Doppelhalbwelle zu sperren. Mit der erfindungsgemässen Anordnung lässt sich die Lastspannung sowohl im AUS-Zustand als auch im EIN-Zustand beobachten und für Pulspaketsteuerung nutzen. In der in Bild 1 gezeigten Ausführung wird in der AUS-Phase mittels der Fühlerschaltung 5 jeder Nulldurchgang erfasst und in der EIN-Phase mittels Fühlerschaltung 4 bei jedem neuen Nulldurchgang der Lastspannung ein Zündstrom durch den Zünd-Triac erkannt. Damit verliert die Steuereinheit nie den 'Überblick' über die aktuelle Situation. Selbst bei wechsel-

den Frequenzen bleibt das Verhältniss von durchgeschalteten und gesperrten Doppelhalbwellen gleich und orientiert sich streng an der Netzfrequenz.

[0017] Es sind weitere interne Fühlerschaltungen denkbar, die auf die Steuereinheit geführt werden können und somit zusätzliche Funktionen ermöglichen wie z. B.:

- die interne Temperatur des Relais beobachten
- den Laststrom auf Überstrom überwachen
- zusätzliche Steuereingänge für z. B. Verriegelungen
- analoge Steuereingänge
- Steuereingänge für serielle Telegramme zur Busanbindung

[0018] Durch diese weiteren Fühlerschaltungen wird die Variabilität des Halbleiterrelais erheblich vergrössert, was sich in einer verbesserten Flexibilität auf Kundenwünsche bemerkbar macht.

[0019] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt.

[0020] Fig. 1 zeigt ein typisches Prinzipschaltbild eines Wechselstrom-Halbleiterrelais mit zwei antiparallelen Thyristoren 6, 7 und einer möglichen Variante einer universellen internen Elektronik mit seinen Fühlerschaltungen 4, 5, dem Zünd-Triac 3 und mit einer Steuereinheit 2.

[0021] Dabei ist die Ansteuerung 1 zu sehen, welche direkt auf die Steuereinheit 2 geht. Dabei ist es unter anderem auch möglich, durch geeignete Dimensionierung der Anpasswiderstände, sowohl digitale als auch analoge Signale zu verarbeiten.

[0022] Die steck- und/oder programmierbare Steuereinheit 2 kann die beiden antiparallelen Thyristoren 6, 7 mittels dem optgekoppelten Zünd-Triac 3 einschalten. Gleichzeitig kann sie den Zündstrom, der sich in jeder Halbwelle einmal einstellen muss, mittels der optgekoppelten Fühlerschaltung 4 beobachten. Während das Halbleiterrelais nicht eingeschaltet ist, beobachtet die Steuereinheit 2 laufend das Netz mittels der optgekoppelten Fühlerschaltung 5.

[0023] Fig. 2 zeigt ein typisches Prinzipschaltbild eines handelsüblichen Wechselstrom-Halbleiterrelais ohne der erfindungsgemässen Steuereinheit und den beiden Fühlerschaltungen. Der Steuereingang 1, 13 schaltet direkt den Zünd-Triac 3 und damit die Leistungsschalter 6, 7. Die Funktion des Halbleiterrelais wird hier einzig durch die Charakteristik des optoisolierten Zünd-Triacs 3 bestimmt (nullpunktschaltend oder momentanschaltend).

#### Patentansprüche

1. Halbleiterrelais zum kontaktlosen Schalten von elektrischen Wechselstromverbrauchern, mit

- einem Leistungsschalter,
- einem Steuereingang,
- eine den Leistungsschalter treibenden Steuerstrom oder die Steuerspannung erfassende Fühlerschaltung,
- eine die an den Schaltkontakten des Leistungsschalters anstehende Klemmenspannung erfassende weitere Fühlerschaltung,

wobei

- die Informationen der Fühlerschaltungen auf eine Steuereinheit geführt werden,
- die Fühlerschaltungen galvanisch trennend ausgeführt sind,
- der Steuereingang ebenfalls auf die Steuereinheit geführt wird,
- die Steuereinheit die Informationen der Fühlerschaltungen und des Steuereinganges verarbeitet

und somit nicht nur EIN/AUS-Schaltungen, sondern beliebige funktionelle Schalt-Eigenschaften realisierbar sind und  
- der Leistungsschalter von dieser Steuereinheit geschaltet wird.

2. Halbleiterrelais nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fühlerschaltungen mindestens eine JA/NEIN Aussage des zu beobachtenden Signals abgeben.
3. Halbleiterrelais nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit entweder aus Hardware oder aus einem Controller mit Software besteht
4. Halbleiterrelais nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit zu einem späteren Zeitpunkt als dem der Fertigung zugefügt werden kann.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

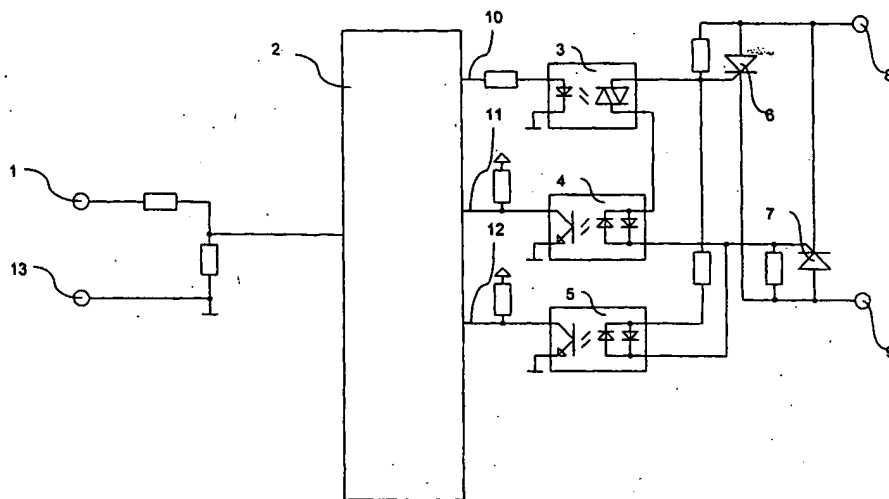


Fig. 12

